

CONDICIONES EDAFICAS DE UN SISTEMA ARBOREO NATURAL EN CLIMA TEMPLADO HUMEDO

A.A. DE PETRE
J.R. CASERMEIRO
E.H. SPAHN
R.A. VALENTI

Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNER, C.C. 24 (3100) Paraná, Entre Ríos, Argentina

RESUMEN

En esta investigación se realizó el seguimiento de la variación del contenido de nutrientes y el agua del suelo bajo dos diferentes situaciones: a) suelos con bosque y b) suelos sin vegetación boscosa poblado de renuevos de 25 años o menos (renoval). Para conocer las características edáficas señaladas se obtuvieron registros de: 1) humedad secuencial (sonda de neutrones); 2) contenido de materia orgánica, nitrógeno y fósforo; 3) pH. El trabajo se desarrolló en la localidad de Bovril situada al noroeste de la provincia de Entre Ríos, Argentina a 31° 22' L.S. y 59° 30' L.O. Los suelos corresponden a la serie San Carlos (argiudol vértico). El control de las mediciones se realizó bajo seis condiciones diferentes, tanto en la zona boscosa como en el renoval. En los suelos bajo cobertura boscosa la humedad se incrementa hasta los 70 cm, mientras que en los suelos sin esta cobertura solamente llega hasta los 40 cm. A partir de esta profundidad comienza el decrecimiento más allá de los 130 cm. (máxima profundidad de medición). La pérdida de humedad a 40 cm. de profundidad es de $X = 2,35 \%$ (zona boscosa) y $X = 3,95 \%$ (zona sin vegetación boscosa). La materia orgánica, el contenido de nitrógeno total y el fósforo asimilable indican niveles más altos en los suelos con vegetación boscosa que en los suelos carentes de esa vegetación. Los datos obtenidos en estos suelos sugieren sistemas sustentables en sistemas forestales con climas templados húmedos.

PALABRAS CLAVE: Suelos forestales
Relaciones hídricas y nutricionales
Sustentabilidad

INTRODUCCION

En el Congreso Forestal Mundial del año 1972 realizado en Buenos Aires (Argentina) se expuso la necesidad de vincular los efectos producidos por el árbol sobre las condiciones físicas, físico-químicas y nutricionales de los suelos. Esta situación, históricamente, fue relacionada con la acción de especies forestales tropicales y también de regiones frías (especialmente coníferas) (Eyres, 1962, Cuninghan, 1963). Sin embargo, no se conocían a la fecha estudios sobre la influencia de diferentes especies en climas templados y/o subtropicales sobre los suelos y en consecuencia se promovieron importantes investigaciones posteriores. (Barth, Klemmenson, 1978). En esta oportunidad, se consideró necesario conocer

Recibido: 30-6-98

Aceptado para su publicación: 22-12-98

cual es la incidencia de un sistema arbóreo natural compuesto por especies leñosas leguminosas (algarrobo, ñandubay y espinillo), área cercada (clausura) desde hace cinco años, sobre los suelos que los soportan, en clima templado húmedo que corresponde fitogeográficamente a la Provincia del Espinal, Distrito Ñandubay, Provincia de Entre Ríos (Argentina).

Indudablemente dichas especies son estabilizantes y protectoras del ecosistema e interactúan de manera notable con el suelo. El desconocimiento de las relaciones entre los componentes del ecosistema pueden determinar la ruptura del equilibrio cuando el mismo es utilizado en forma inadecuada.

En sistemas agrosilvopastoriles el efecto sobre el contenido de materia orgánica, nitrógeno y fósforo entre otros nutrientes, así como también la economía hídrica del suelo, inducido por la presencia de *Prosopis* y *Acacia*, en general, provocan diferencias edáficas respecto a otras áreas sin árboles (Tiedemann, Klemmenson, 1973; Hang, Sereno, 1988, 1993; Sereno, Hang, 1989).

Es posible considerar además, las diferencias que pudieran establecerse entre las características de los suelos vinculados estrechamente con la vegetación boscosa y aquellos que no la soportan, para establecer claramente hasta donde llegan dichos efectos.

Esta investigación se desarrolló en el marco del Proyecto “Relación entre la estructura de un sistema arbóreo natural y el balance hídrico y nutricional de los suelos”, cuyo objetivo es evaluar las relaciones entre el sistema arbóreo y las condiciones nutricionales e hidrológicas de los suelos.

MATERIAL Y METODOS

El área de trabajo está ubicada a 23 km al oeste de la localidad de Bovril (31° 22' L.S. y 59° 30' L.O.) en el Departamento La Paz, Entre Ríos, Argentina (Fig. 1). El clima es templado húmedo con precipitaciones de 1.100 mm anuales, temperatura media anual de 18°C, con déficit hídrico en verano e invierno.



Fig. 1.—Ubicación geográfica de área de estudio
Geographic location of study area

Los suelos objeto del estudio pertenecen a la serie identificada como San Carlos. Taxonómicamente se trata de Argiudoles con destacados procesos de vertizolización (Argiudoles vérticos). Han evolucionado a partir de sedimentos finos (Loes retransportados con carbonatos y algunas concreciones de Fe y Mn).

Las particularidades del perfil representativo se presentan en la Tabla 1.

TABLA 1
CARACTERISTICAS FISICAS Y FISICO-QUIMICAS DEL PERFIL
REPRESENTATIVO DEL SUELO

Physical and-chemistry characteristic of soil modal profile

Horizonte	A ₁	B ₂₁	B _{22Ca}	B _{3Ca}	C _{Ca}
Profundidad (cm)	0-20	20-48	48-75	75-115	115>
Textura (g.kg⁻¹)					
Arcilla <2 micro	225	368	456	438	391
Limo 2-25 micro	696	590	507	528	583
Arena <100 micro	11	8	8	9	7,5
Arena 100-250 micro	22	20	16	13	13,5
Arena 250-500 micro	16	13	13	11	11
Carbonatos de Ca	s/d	s/d	2,2	5,1	5,9
Equivalente de humedad	31,4	42,1	47,2	46,2	42,4
pH 1: 2,5	5,1	6,4	7,5	7,7	7,8
Bases intercambiables					
Valor T (cmol.kg ⁻¹)	34,0	41,9	48,1	46,8	39,5
Ca ⁺⁺ (cmol.kg ⁻¹)	24,6	32,4	41,2	—	—
Mg ⁺⁺ (cmol.kg ⁻¹)	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
K ⁺ (cmol.kg ⁻¹)	1,0	0,9	1,0	1,1	1,2
Na ⁺ (cmol.kg ⁻¹)	0,2	1,2	2,1	2,2	2,2
C (g.kg ⁻¹)	30,9	16,9	14,2	10	3
M.O. % (g.kg ⁻¹)	53,1	28	24,4	17,2	5,1
N (g.kg ⁻¹)	2,4	1,1	1,1	0,9	0,3
C/N	13	15	13	13	10

- Epipedón oscuro de 20 cm de espesor, franco-arcilloso-limoso. Friable, de estructura poliédrica subangular.
- Horizonte B₂ de aproximadamente 55 cm de espesor subdividido en B₂₁ y B_{22Ca}. De textura arcilloso-limoso; oscuro, denso y poco permeable. Con presencia de superficies de fricción (Slinkensides) finos y barnices de arcilla delgados; el carbonato se presenta en concreciones finas. La estructura dominante es prismática.
- Horizonte B_{3Ca} franco-arcilloso-limoso, de color claro con abundantes concreciones de carbonatos, que también se presentan asociados a la masa del suelo. Se observan moteados de Fe-Mn. Estructura prismática y poliédrica.

d) horizonte Cca saturado de carbono de calcio, friable. Textura franco-arcillo-limosa.

Para el seguimiento de las condiciones químicas y nutricionales de los suelos, así como la evaluación del grado de humedad de los perfiles se emplearon las siguientes técnicas:

- pH en agua, relación 1: 2,5.
- C total: Walkey y Black.
- N: Kjeldalh.
- P disponible: Bray-Kurz.
- Humedad: sonda de neutrones.
- Constantes Hídricas (capacidad de campo y porcentaje de marchitez permanente): membrana porosa y plato de presión.

Los tubos para la medición de la humedad se instalaron de acuerdo al modelo de diseño que contempla situaciones ecológicas diferenciales:

1. Sector ocupado por monte mixto compuesto por *Prosopis affinis*, *P. nigra*, *Acacia caven*, *A. atramentaria* y *P. nigra*, con una cobertura media de copa de 61 %, altura media de 4,1 m y densidad de 1.814 individuos.ha⁻¹.
M1: debajo de la copa del árbol y adyacente al fuste del mismo.
M2: posición borde de copa.
M3: fuera de la influencia arbórea (estrato herbáceo).
2. Sector del Renoval compuesto por *Acacia caven*, con una cobertura media de copa de 38 %, altura media de 2,9 m y una densidad de 1.120 individuos.ha⁻¹.
R 1: debajo de la copa del árbol y adyacente al fuste del mismo.
R 2: posición borde de copa.
R 3: fuera de la influencia arbórea (estrato herbáceo).

Este mismo diseño se tuvo en cuenta para realizar los muestreos de suelo a dos profundidades (superficial y a los 40 cm: horizontes A₁ y B₂₁). Para tal efecto se tomaron de cada situación una muestra compuesta a partir de diez muestras simples al azar. Estas muestras fueron secadas al aire y tamizadas por tamiz de 2 mm.

RESULTADOS Y DISCUSION

Humedad edáfica (Pérfiles Hídricos)

En las Figuras 2, 3, 4, 5, 6 y 7 se representan los perfiles hídricos obtenidos de los registros expresados en el cuadro comparativo de humedad edáfica, evaluada secuencialmente de los dos sectores estudiados: Monte (M) y Renoval (R) desde diciembre de 1996 hasta marzo 1997. Cabe aclarar que se viene realizando este seguimiento desde el mes de junio de 1996, es decir por el término de 10 meses y continúa.

Las precipitaciones ocurridas en el área durante el período de estudio se produjeron durante los meses de septiembre de 1996 a marzo de 1997, con un total de agua caída de 381,5 mm. A consecuencia de este hecho, se observa que el perfil bajo la copa del árbol

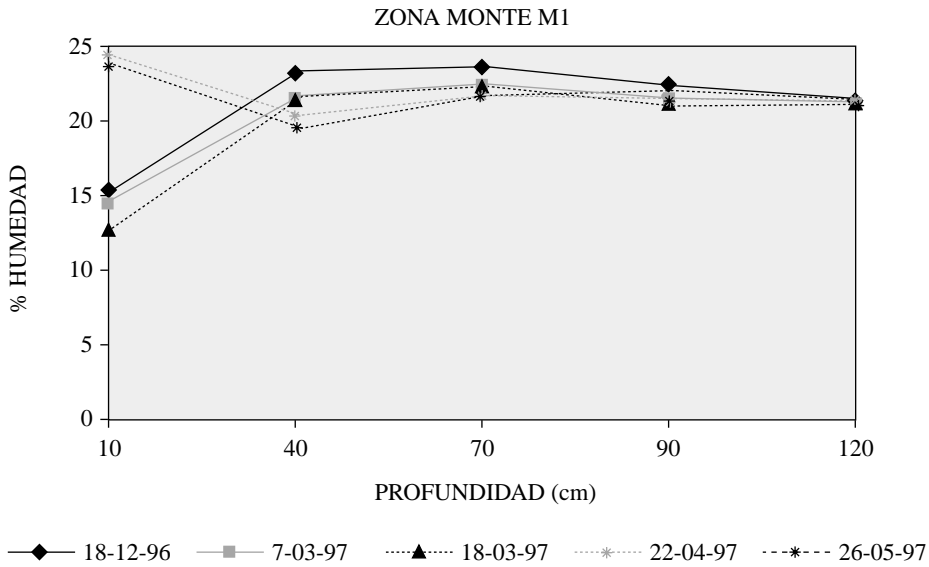


Fig. 2.—Perfil hídrico de la humedad edáfica del sitio M1. Debajo de la copa del árbol y adyacente al fuste del mismo
Soil moisture profile (M1). Under the umbrella tree and adjacent of the trunk

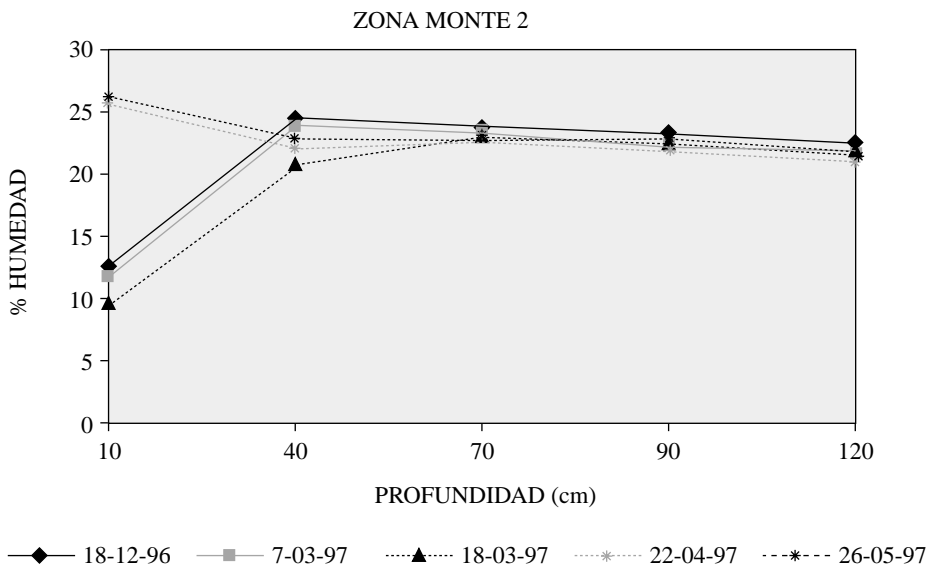


Fig. 3.—Perfil hídrico de la humedad edáfica del sitio M2. Posición borde de copa
Soil moisture profile (M2). Position side of the umbrella tree

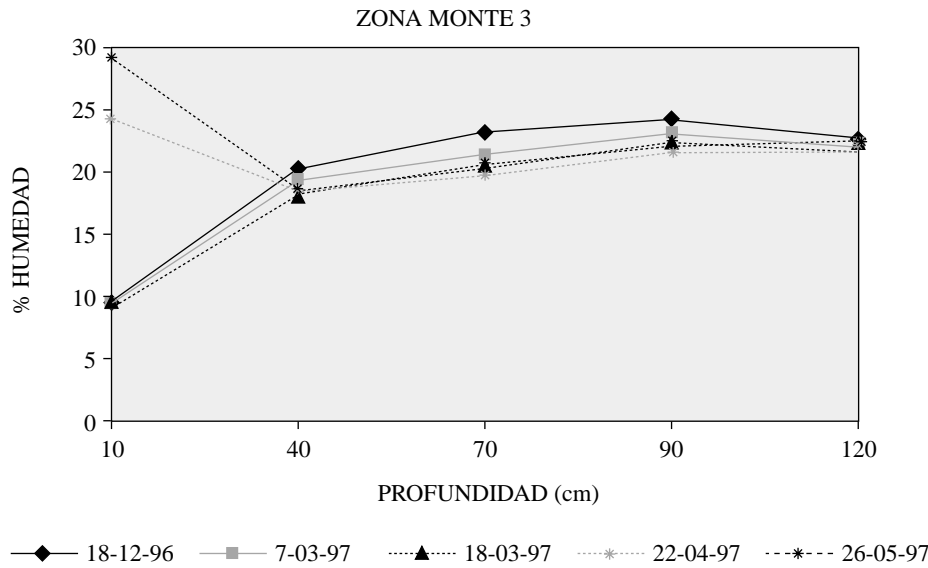


Fig. 4.—Perfil hídrico de la humedad edáfica del sitio M3 (fuera de la influencia arbórea)
Soil moisture profile (M3) without tree influence

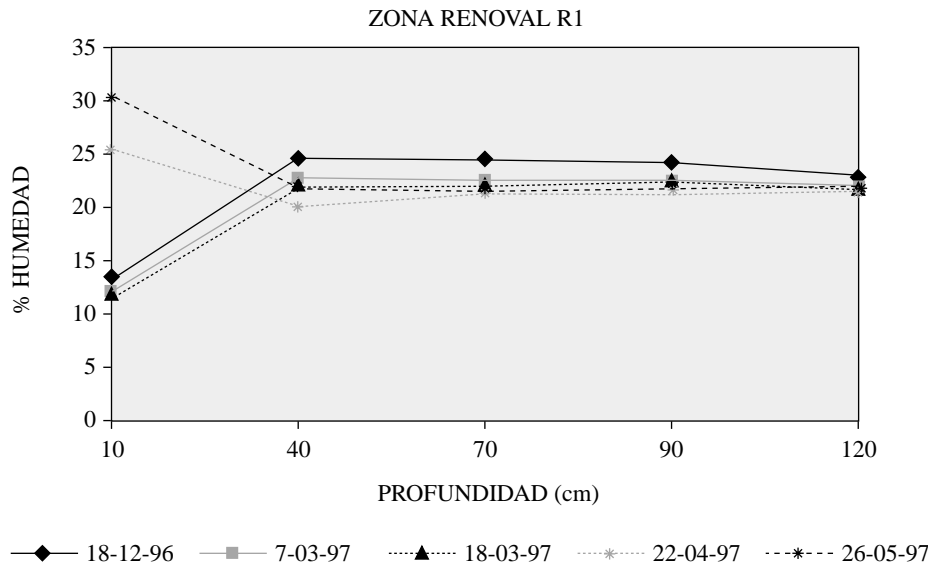


Fig. 5.—Perfil hídrico de la humedad edáfica del sitio R1.
Debajo de la copa del árbol y adyacente al fuste del mismo
Soil moisture profile (R1). Under the umbrella tree and adjacent of the trunk

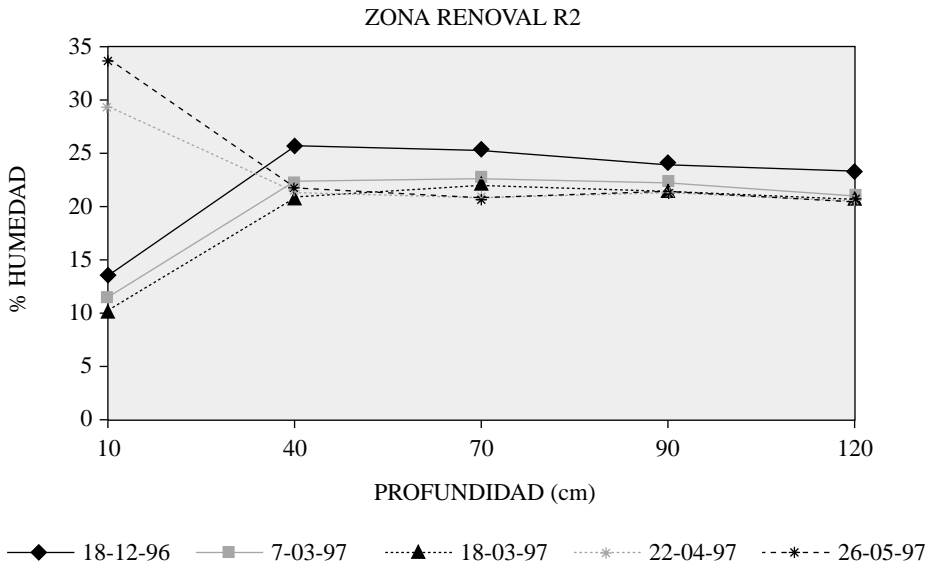


Fig. 6.—Perfil hídrico de la humedad edáfica del sitio R 2. Posición borde de copa
Soil moisture profile (R2). Position side of the umbrella tree

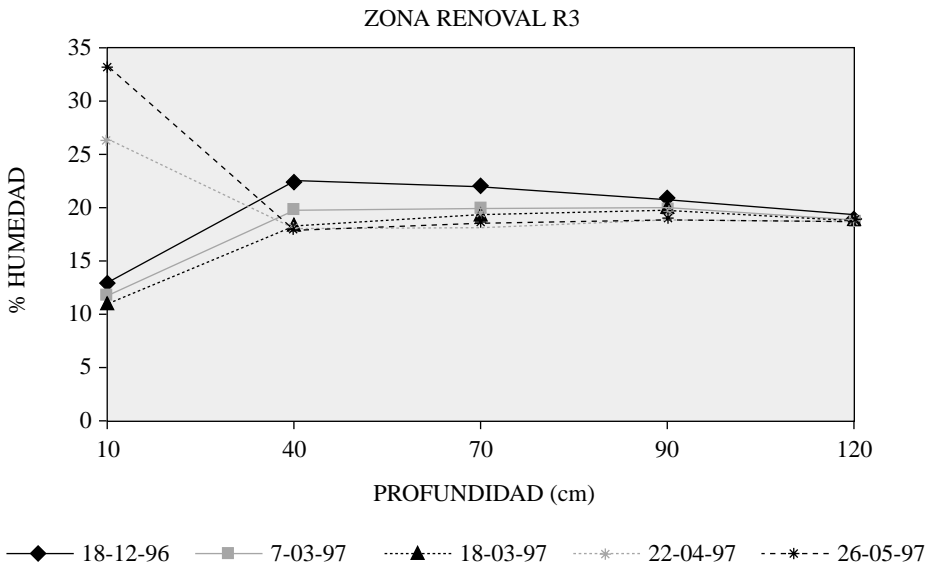


Fig. 7.—Perfil hídrico de la humedad edáfica del sitio R 3. Fuera de la influencia arbórea
Soil moisture profile (R3) without tree influence

(M1) difiere del que se encuentra en el sector de renoval bajo espinillo (R1), principalmente en la inflexión producida en los horizontes subsuperficiales. Al respecto se detecta un incremento gradual hasta los 70 cm de profundidad, mientras que la humectación mayor en el segundo caso llega hasta los 40 cm a partir de los cuales existe un descenso que se prolonga hasta la profundidad máxima de medición.

El estudio de todos los perfiles muestra el mayor porcentaje de humedad en la zona correspondiente a los horizontes B donde la cantidad de arcilla del complejo textural es altamente significativa (36,8 - 43,8 %), además de tener en cuenta la naturaleza mineralógica de la misma, de carácter esmectítico. Sin embargo la forma diferente de la curva entre la situación del Monte (M1) y Renoval (R1) puede atribuirse a las particularidades de las especies vegetales que sustentan el sistema. *Prosopis nigra* y *P. affinis* que exploran profundidades importantes debido a su poderosa raíz pivotante que llega hasta aproximadamente 1 m y sus laterales que en número de 15 a 20 conforman una rizósfera que provoca un intrincado diseño de túneles de conducción, mucho más abundante que *Acacia* en el renoval y que por consecuencia inducen la humectación más uniforme del suelo en profundidad. Esta situación explicaría también la pérdida de humedad en el tiempo ya que la misma es gradual y hasta la máxima profundidad de medición en M1 (bajo copa) contrastando con la de las otras estaciones de medición, principalmente con las que se encuentran en el sector del renoval, donde se observó en el mes de marzo de 1997 agrietamiento superficial de los suelos con manifestaciones de 3 cm de ancho y hasta los 40 cm de profundidad.

Los valores de humedad edáfica secuenciada para ambos sitios y distintas profundidades se presentan en la Tabla 2.

TABLA 2
COMPARACION DE HUMEDAD EDAFICA (%)
EVALUADA SECUENCIALMENTE

Soil moisture comparison (%) sequentiality valued

Zona Monte									
Prof.	M1	M1	M1	M2	M2	M2	M3	M3	M3
cm	18-12-96	7-03-97	18-03-97	18-12-96	7-03-97	18-03-97	18-12-96	7-03-97	18-03-97
10	15,31	14,8	12,89	12,86	11,8	9,67	9,75	9,57	9,13
40	23,21	21,73	21,69	24,47	23,91	20,82	20,18	19,47	18,29
70	23,47	22,57	22,29	23,83	23,09	22,84	23,01	21,35	20,66
90	22,38	21,54	21,12	23,14	22,14	22,41	24,23	23,09	22
120	21,54	21,46	21,23	22,31	21,23	21,47	22,67	21,81	22,4

Zona Monte									
Prof.	R1	R1	R1	R2	R2	R2	R3	R3	R3
cm	18-12-96	7-03-97	18-03-97	18-12-96	7-03-97	18-03-97	18-12-96	7-03-97	18-03-97
10	13,42	12,46	11,81	13,75	11,69	11,00	15,30	14,03	13,58
40	24,60	22,94	21,81	25,58	22,15	20,82	25,67	22,66	21,35
70	24,44	22,52	21,87	24,98	22,32	21,73	25	22,56	21,99
90	24,14	22,35	22,51	23,60	21,84	21,04	23,40	22,74	22,36
120	22,7	21,62	21,56	23,08	20,66	20,96	21,77	21,10	21,32

Constantes hídricas

En la Tabla 3 se consignan los valores de humedad a capacidad de campo y a porcentajes de marchitez permanente en superficie y a los 30 cm; de los suelos que integran los sectores de Monte (M1 y M3) y Renoval (R1 y R3).

TABLA 3
CONDICIONES DE LOS SUELOS A CAPACIDAD DE CAMPO
Y PORCENTAJE DE MARCHITEZ PERMANENTE

Soil conditions at field capacity and permanent wilting point percentage

Ubicación	Profundidad	C.C. (%)	P.M.P. (%)
M1	Sup.	26,96	20,13
(bajo copa del árbol)	30 cm	39,02	23,69
M3	Sup.	30,74	21,47
(fuera influencia árbol)	30 cm	40,35	24,54
R1	Sup.	33,32	23,64
(bajo copa)	30 cm	39,26	28,67
R3	Sup.	30,92	20,91
(fuera influencia árbol)	30 cm	41,04	30,74

Las condiciones de las constantes hídricas de los suelos revelan algunas diferencias cuando se comparan los dos sectores involucrados. No obstante, en ambos casos, es posible inferir una disponibilidad hídrica aceptable para el abastecimiento de agua de los sistemas Monte y Renoval que indican una distribución en términos de agua útil relativamente buena.

Condiciones químicas y nutricionales

Estos análisis efectuados sobre las muestras extraídas en diferentes posiciones del sistema (Tabla 4) señalan diferencias interesantes.

La reacción del suelo se presenta en superficie algo más ácida (5,6-5,8) en el sector del monte mixto (M1, M2, M3) que en el sector del renoval (R1, R2, R3) entre 6,04 y 6,14.

El nivel de materia orgánica ofrece valores entre 36,1 y 49,7 g.kg⁻¹ en el sector monte, registrándose el más alto contenido bajo el dosel de los árboles (M1). En el caso del sector ocupado por el renoval (R) el contenido es inferior y oscila entre 32,1 y 38,2 g.kg⁻¹.

La cantidad de nitrógeno señala la correspondencia con las adiciones orgánicas, estimándose también el aporte efectuado por estas poblaciones forestales en cuanto al proceso simbiótico de captación de nitrógeno atmosférico se refiere, sobre todo si se observa la importante dotación a los 30 cm en el sector del monte que fluctúa entre 1,56 y 1,71 g.kg⁻¹.

TABLA 4
CARACTERISTICAS QUIMICAS Y NUTRICIONALES
DE LOS SUELOS SEGUN SITIO DE MUESTREO

Chemistry and nutrition characteristic of the soil depending of extraction samples

Posición	Profundidad (cm)	pH	M.O. (g.kg ⁻¹)	C (g.kg ⁻¹)	N (g.kg ⁻¹)	C/N	P (μg.g ⁻¹)
M1	Superficie	5,6	49,7	28,8	2,34	12,3	5,8
M2	Superficie	5,8	36,1	20,9	2,10	9,95	3,4
M3	Superficie	5,6	47,2	27,4	2,48	11,04	3,8
M1	30	7,93	22,7	13,1	1,59	8,3	2,2
M2	30	8,13	22,1	12,8	1,56	8,2	1,8
M3	30	7,54	25,4	14,7	1,71	8,6	2,5
R1	Superficie	6,04	37,6	21,8	2,07	10,5	2,7
R2	Superficie	6,03	38,2	22,2	2,01	11,04	2,2
R3	Superficie	6,14	32,1	18,6	1,48	12,56	1,4
R1	30	8,15	15,7	9,13	0,93	9,81	1,7
R2	30	7,96	16,9	9,85	0,93	10,59	1,9
R3	30	7,83	21,5	12,5	1,41	8,86	2,3

Respecto al contenido de fósforo disponible, los suelos muestran niveles bajos entre 3,4 μg.g⁻¹ y 5,8 μg.g⁻¹ en el monte y entre 1,4 μg.g⁻¹ a 2,7 μg.g⁻¹ en el renoval. Esta circunstancia está relacionada con la calidad y cantidad de arcilla de estos suelos (30 al 40 % de carácter esmectítico entre otras causales). De cualquier manera se observa que es bajo la vegetación boscosa (M) donde los suelos presentan mayor cantidad de fósforo disponible (más del 80 %) en relación a los suelos del renoval.

Por los datos obtenidos sobre la ponderación parcial de las condiciones hídricas y nutricionales de los suelos correspondientes a los sectores renoval (R) y monte (M) es posible indicar que las características edáficas señalan una mayor sustentabilidad del sistema del sector monte. No obstante, la cobertura vegetal de *Baccharis notoserigila*, atenúa en gran parte el impacto recibido por los suelos con la extracción de la tala de árboles para habilitarlos a la explotación agrícola.

CONCLUSIONES

El seguimiento de las características edafológicas en suelos con destacada dinámica físico-química, como los argiúdoles vérticos, en dos ambientes diferenciados por su cubierta vegetal ha determinado las siguientes conclusiones:

- Bajo cobertura boscosa (monte mixto de *Prosopis* y *Acacia*) los suelos presentan una economía hídrica mejor distribuida en profundidad que en aquellos sin ésta vegetación (renoval).
- El contenido total de materia orgánica es mayor en suelos bajo cobertura boscosa en más del 2 %.

- El contenido de fósforo asimilable se encuentra incrementado en más del 80 % en suelos con cobertura boscosa.
- Por las ponderaciones parciales de algunos indicadores hídricos y nutricionales es posible señalar que los suelos bajo cobertura boscosa presentan una tendencia más sostenible en sistemas ecológicos de clima templado húmedo.

Cabe destacar que se continúa monitoreando la evolución de las variables edáficas seleccionadas y otras a efectos de obtener un cuadro diagnóstico adecuado en función cronológica.

SUMMARY

Pedological conditions in natural forest systems of wet - mild climate

This is study from the comparison between the characteristics of soil water and the content of nutritious under two different situation: soil with forest vegetation and soils without forest vegetation. We were done a following of date of pedological wet, organic matter, pH, nitrogen and phosphorus content. The work was done in Bovril Town (situated in North West Province Entre Ríos, Argentine, 31° 22' S.L. and 59° 30' W. L. The soils were belong to the serie San Carlos (Vertic Argiudol). The control meditions were done under six (6) situations in forest zone and without forest zone There was an increase in the pedological wet in forest zone up to 70 mean while the zone without forest was up to 40 cm. At this point there was a decrease up to 130 cm (maximum deep of meditation). The humidity loss in 40 cm $X = 2,35\%$ (forest zone) and the $X = 3,95\%$ zone without forest. The organic matter, nitrogen and phosphorus level indicated dates higher in the soils with forest vegetation than in the soils without forest vegetation; these dates suggest a sustainable in the forest systems in wet -mild climate.

KEY WORDS: Forest soils
Hidric and nutritionally relations
Sustainability

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ACTAS DEL VII CONGRESO FORESTAL MUNDIAL, 1972. Tomo III. Instituto Forestal Nacional. Buenos Aires (Argentina).
- BARTH R.C., KLEMMENDSON J.O., 1978. Shrub-induced spatial patterns of drymatter, nitrogen and organic carbon. *Soil Sci. Am. J.* 42 (804-809).
- CUNNINGHAM R.K., 1963. The effect of clearing in tropical forest soil. *Soil Sci.* 14: (334-345).
- EYRES S.R., 1967. Vegetation and soils. Ed. Aldine. 328 pp.
- HANG S., SERENO R., 1988. Efecto del algarrobo sobre las fracciones de fósforo en el suelo aluvial en el Chaco árido. X Reunión del grupo técnico Regional. 22 pp.
- HANG S., SERENO R., 1993. Efecto del algarrobo sobre la dinámica del fósforo. *Agrochimica*. Vol. XXXVII. N.º 6.
- SERENO R., HANG S., 1989. Evaluación preliminar del efecto del algarrobo sobre las fracciones del fósforo en el suelo aluvial. *Ciencia del Suelo*, Vol. 7 (1-2).
- TIEDEMANN A.R., KLEMMENDSON J.O., 1973. Nutrient availability in desert grassland soil under mesquite (P. Juliflora) trees and adjacent open areas. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 37 (1): 107111.